

Requested Patent: DE4432530A1

Title:

CIRCUIT AND METHOD FOR THE ACTUATION OF A BRUSHLESS DC MOTOR ;

Abstracted Patent: US5767641 ;

Publication Date: 1998-06-16 ;

Inventor(s): KERN ROBERT (DE); SOELLNER MICHAEL (DE) ;

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (GB) ;

Application Number: US19970793517 19970225 ;

Priority Number(s): DE19944432530 19940913; WO1995DE01106 19950822 ;

IPC Classification: H02P6/16 ;

Equivalents: EP0781466 (WO9608864), B1, WO9608864

ABSTRACT:

PCT No. PCT/DE95/01106 Sec. 371 Date Feb. 25, 1997 Sec. 102(e) Date Feb. 25, 1997 PCT Filed Aug. 22, 1995 PCT Pub. No. WO96/08864 PCT Pub. Date Mar. 21, 1996A circuit and a method for actuating a brushless DC motor are proposed. The circuit comprises a delta-connected oscillator (1) for generating a triangular voltage as a function of commutation pulses resulting from the position of the rotor of the DC motor, a sampling and hold circuit (2) for sampling and holding a holding voltage (UI) from the curve of the triangular voltage as a function of time at the moment of the commutation, and a differential amplifier (4) for amplifying the differential voltage between the triangular voltage and the holding voltage (UI), with the output signal of the differential amplifier being supplied to the final stage of the actuation control circuit. An additional adder (3) for adding a voltage (U block) to the holding voltage (UI) sampled from the triangular voltage and held can be used, with the differential voltage between the triangular voltage and the sum of holding voltage (UI) and block voltage (U block) being amplified in the differential amplifier (4). Thus, the method is characterized in that in the actuating signal the steepness of the slopes is set by varying the amplification of a differential amplifier (4) and/or the length of the blocks by adding a block voltage by means of an adder (3).

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

Offenlegungsschrift
DE 44 32 530 A 1

Int. Cl.⁸:
H 02 P 6/16

21 Aktenzeichen: P 44 32 530.4
22 Anmeldetag: 13. 9. 94
43 Offenlegungstag: 14. 3. 96

DE 44 32 530 A1

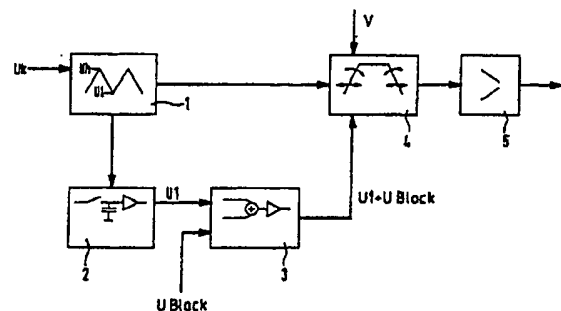
⑦ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Kern, Robert, Dipl.-Ing., 77887 Sasbachwalden, DE;
Soellner, Michael, Dipl.-Ing., 77836 Rheinmünster,
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54) Schaltung und Verfahren für die Ansteuerung eines bürstenlosen Gleichstrommotors

57) Es wird eine Schaltung und ein Verfahren zum Ansteuern eines bürstenlosen Gleichstrommotors vorgeschlagen. Die Schaltung enthält einen Dreiecksozillator (1) zur Erzeugung einer Dreiecksspannung in Abhängigkeit von Kommutierungsimpulsen, die sich aus der Position des Rotors des Gleichstrommotors ergeben, einen Abtast-Halteschaltkreis (2) zur Abtastung und zum Halten einer Haltespannung (U) aus dem zeitlichen Verlauf der Dreiecksspannung zu dem Zeitpunkt der Kommutierung, und einen Differenzverstärker (4) zum Verstärken der Differenzspannung zwischen der Dreiecksspannung und der Haltespannung (U), wobei das Ausgangssignal des Differenzverstärkers der Endstufe der Ansteuerung zugeführt wird. Es kann ein zusätzlicher Addierer (3) zum Addieren einer Spannung (U Block) zu der aus der Dreiecksspannung abgetasteten und gehaltenen Haltespannung (U) eingesetzt werden, wobei in dem Differenzverstärker (4) die Differenzspannung zwischen der Dreiecksspannung und der Summe aus Haltespannung (U) und Blockspannung (U Block) verstärkt wird. Das Verfahren zeichnet sich somit dadurch aus, daß bei dem Ansteuerungssignal die Steilheit der Flanken durch Variieren der Verstärkung eines Differenzverstärkers (4) und/oder die Länge der Blöcke durch Addieren einer Blockspannung durch einen Addierer (3) eingestellt wird.



DE 44 32 530 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Schaltung und ein Verfahren zur Ansteuerung eines bürstenlosen Gleichstrommotors.

Ein derartiger Gleichstrommotor ist z.B. in EP-A-0 482 913 offenbart. Hier wird für die Ansteuerung des bürstenlosen Gleichstrommotors die Drehstellung seines Rotors durch Erfassen der Nulldurchgänge der elektromotorischen Gegenkraft bestimmt, die in den Statorwicklungen durch den rotierenden Rotor induziert wird. Ein Signalgenerator erzeugt daraufhin ein trapezförmiges Signal, das nach Verstärkung an die jeweiligen Statorwicklungen gelegt wird, um eine sanfte Stromkommutierung der Statorwicklungen zu bewirken. Dadurch wird ein leiser Lauf des Motors erreicht.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Schaltung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs und das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 9 haben den Vorteil, daß die Steilheit der Stromflanken der einzelnen Spannungsblöcke veränderbar ist. Dies führt zu einer Verringerung der Kommutierungsgeräusche. Es lassen sich weiterhin flache Flanken einstellen, wodurch ein leiser Lauf des Motors gewährt wird. Außerdem bieten flachere Flanken den Vorteil geringerer Induktionsspitzen beim Abschalten der Stromimpulse. Somit wird die Auswertung der in den drei Phasen eines bürstenlosen Gleichstrommotors induzierten Spannungen erleichtert und ein Betrieb ohne Hallensensoren ermöglicht.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Schaltung bzw. des in Anspruch 9 angegebenen Verfahrens möglich.

Es ist zweckmäßig, in der Schaltung einen zusätzlichen Addierer einzusetzen zum Addieren einer Spannung U_{Block} zu dem Wert U_{I} der abgetasteten und gehaltenen Dreiecksspannung, wobei dann in dem Differenzverstärker die Differenz zwischen der Dreiecksspannung und der Summe aus Haltespannung U_{I} und Blockspannung U_{Block} verstärkt wird. Dies ermöglicht neben der Einstellbarkeit der Flankensteilheit zusätzlich eine Verringerung der Länge der einzelnen Spannungsblöcke und somit einen leisen Lauf bei niedrigen Drehzahlen durch sehr flache Ansteuerflanken und gleichzeitig eine Verbesserung des Wirkungsgrades bei höheren Drehzahlen durch die Möglichkeit, Stromlücken zwischen den einzelnen Spannungsblöcken zuzulassen.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß sich die Schaltung in einem integrierten Schaltkreis einfach realisieren läßt. Um die Spitzen der Dreiecksspannung zu "brechen", wählt man vorteilhafterweise die obere Stellgrenze des Differenzverstärkers derart, daß sie niedriger ist als der maximale verstärkte Wert der Dreiecksspannung. Dies führt zu einem horizontalen zeitlichen Spannungsverlauf des verstärkten Signals während der Zeit, in der die verstärkte Differenzspannung die obere Stellgrenze des Differenzverstärkers übersteigt. Dies erhöht ebenfalls den Wirkungsgrad.

Für eine flexible und einfache Einstellung der Länge der Spannungsblöcke liegt der Wert der addierten Blockspannung U_{Block} zwischen Null und dem maxi-

malen Wert der Dreiecksspannung. Dadurch ist eine Einstellung, bei der keine Reduktion der Blocklänge vorliegt, also keine Stromlücken bei der Bestromung auftreten, bzw. eine Verkürzung der Blocklänge, und zwar im Extremfall bis zu einer Blocklänge von Null, möglich.

Ebenso einfach und flexibel läßt sich die Verstärkung des Differenzverstärkers und somit die Flankensteilheit einstellen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Schaltung weist der Dreieckssoszillator einen Kondensator, eine erste Stromquelle zur Aufladung des Kondensators und eine zweite Stromquelle zur Entladung des Kondensators auf. Dabei handelt es sich insbesondere um Konstantstromquellen. Dadurch ist es möglich, bei der Realisierung der Schaltung mit nur einem, nicht integrierbaren Kondensator auszukommen.

Es ist zweckmäßig, die Ströme der Konstantstromquellen proportional zu der Drehzahl des Rotors zu wählen, wodurch ein idealer Dreiecksverlauf mit drehzahlproportionaler Frequenz und im wesentlichen konstanter Differenzspannung erzielt wird.

Zeichnung

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Es zeigen

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schaltung zur Bereitstellung von Ansteuerungssignalen,

Fig. 2a den zeitlichen Verlauf der Dreiecksspannung,

Fig. 2b den zeitlichen Verlauf der Ansteuerungsimpulse bei voller Blocklänge und veränderbarer Flankensteilheit,

Fig. 3a ebenfalls den zeitlichen Verlauf der Dreiecksspannung, und

Fig. 3b den zeitlichen Verlauf der Ansteuerungsimpulse mit verringerter Blocklänge.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltung erzeugt ein Dreieckssoszillator 1 ein Dreieckssignal. Ein Abtast-Halteschaltkreis 2 erzeugt eine Haltespannung U_{I} , indem zum Zeitpunkt eines drehzahlabhängigen Kommutierungssignals U_{K} , das von einer gesonderten, nicht dargestellten Schaltung kommt, die Dreiecksspannung abgetastet wird. Dieses Haltesignal U_{I} wird zusammen mit dem Ausgabesignal des Dreieckssoszillators auf einen Differenzverstärker 4 gegeben, welcher die Differenz der beiden Signale verstärkt und zur Endstufe 5 der erfindungsgemäßen Ansteuerungsschaltung weitergibt. Durch eine Veränderung der Verstärkung V läßt sich die Flankensteilheit der an die Endstufe angelegten Spannungsblöcke einstellen. Dies wird durch die gebogenen Pfeile an dem trapezförmigen Spannungsblock bei 4 zum Ausdruck gebracht. Weiterhin läßt sich eine Verringerung der Blocklänge erzielen, indem man zu der Haltespannung U_{I} eine Blockspannung U_{Block} in dem Addierer 3 hinzuaddiert. Dann wird an Stelle von lediglich U_{I} die Summe $U_{\text{I}} + U_{\text{Block}}$ zusammen mit der Dreiecksspannung an den Differenzverstärker 4 angelegt, und zwar die Dreiecksspannung an den positiven Eingang und die Summe $U_{\text{I}} + U_{\text{Block}}$ an den negativen Eingang. Die hierdurch gewonnene Einstellbarkeit

der Blocklänge ist durch die horizontalen, geraden Pfeile in dem trapezförmigen Spannungsblock bei 4 angedeutet.

Fig. 2a zeigt den zeitlichen Verlauf der Dreiecksspannung jeweils zum Zeitpunkt eines Kommutierungsimpulses, der von einer separaten Schaltung zur Positionserfassung des Rotors kommt. Es wird ein Kondensator über eine Stromquelle aufgeladen. Bei Erreichen einer vorgegebenen Spannung U_h wird der Kondensator über eine zweite Stromquelle entladen. Die Spannung U_I stellt sich abhängig von dem Wert des Kondensators sowie den Auf- und Entladeströmen der Stromquellen ein, bei denen es sich vorzugsweise um Konstantstromquellen handelt, deren Ströme proportional mit der Drehzahl des Motors zunehmen. Bei einer Erhöhung der Motordrehzahl rücken die Kommutierungsimpulse zeitlich enger aneinander, wodurch der zeitliche Verlauf die Form spitzerer Dreiecke annimmt. Da es sich bei den Stromquellen um Konstantstromquellen handelt, liegt jedoch ein idealer Dreiecksverlauf mit praktisch konstanter Differenzspannung $U_h - U_I$ vor, der jedoch zur Frequenz proportional ist.

Fig. 2b zeigt das Ergebnis des zeitlichen Spannungsverlaufes des durch den Differenzverstärker 4 verstärkten Differenzsignals. Das an die Eingänge des Differenzverstärkers 4 angelegte Differenzsignal besteht zum einen aus dem Dreieckssignal und zum anderen aus der in dem Abtast-Halteschaltkreis 2 erzeugten Haltespannung U_I . Wenn die Verstärkung so gewählt wird, daß bei der Differenzspannung $U_2 - U_I$ der Verstärker seine obere Stellgrenze erreicht, ergibt sich der mit 3 gekennzeichnete Kurvenverlauf in Fig. 2b. Die obere Stellgrenze ist in dem Diagramm durch U_{Stell} gekennzeichnet. Es wird also nur der Bereich zwischen der Linie 2 und U_I auf diese maximale Spannung U_{Stell} verstärkt. Eine kleinere Verstärkung ergibt ein Ausgangssignal mit flacheren Flanken, gekennzeichnet durch den Kurvenverlauf 4. Das Verfahren ermöglicht somit durch Ändern der Verstärkung, die Steilheit der Flanken in weiten Bereichen einzustellen.

Fig. 3a zeigt wiederum den schon in Fig. 2a gezeigten zeitlichen Verlauf der Dreiecksspannung in Verbindung mit den Kommutierungsimpulsen. Fig. 3a zusammen mit Fig. 3b zeigen, wie Ansteuerungssignale mit verringerter Blocklänge erzeugt werden. Addiert man nämlich zu der Spannung U_I eine weitere Spannung U_{Block} in dem Addierer 3 hinzu und bildet man das Differenzsignal zwischen dem Dreieckssignal und dieser Summenspannung $U_I + U_{Block}$, so wird der effektiv zur Verstärkung kommende Teil der Dreiecksspannung im Diagramm von unten her abgeschnitten, was zu einer insgesamt verkürzten Blocklänge führt.

Der Vorgang zur Bildung von Signalen mit verkürzter Blocklänge wird nun genauer beschrieben. Die untere der beiden Linien 5 ist die Summenspannung $U_I + U_{Block}$. Wird die Verstärkung so gewählt, daß bei der Differenzspannung $U_{Stell} - (U_I + U_{Block})$ der Operationsverstärker seine Stellgrenze U_{Stell} erreicht, entsteht ein Ausgangssignal, das dem Kurvenverlauf 8 entspricht. Die untere der Linien 6 führt in analoger Weise zu dem Kurvenverlauf 7. Somit ist es möglich, mit der Blockspannung U_{Block} , die Blocklänge zu verändern.

Mit der erfindungsgemäßen Schaltung und dem erfindungsgemäßen Verfahren kann somit auf einfache Weise die Flankensteilheit durch Variieren der Verstärkung eines Differenzverstärkers 4 und unabhängig davon durch Addition einer Blockspannung U_{Block} in einem Addierer 3 die Blocklänge eingestellt werden.

1. Schaltung zur Ansteuerung eines bürstenlosen Gleichstrommotors mit einem Dreieckssoszillator (1) zur Erzeugung einer Dreiecksspannung in Abhängigkeit von Kommutierungsimpulsen, die sich aus der Position des Rotors des Gleichstrommotors ergeben, einem Abtast-Halteschaltkreis (2) zur Abtastung und zum Halten einer Haltespannung (U_I) aus dem zeitlichen Verlauf der Dreiecksspannung zum Zeitpunkt der Kommutierung, und einem Differenzverstärker (4) zum Verstärken der Differenzspannung zwischen der Dreiecksspannung und der Haltespannung (U_I), wobei das Ausgangssignal des Differenzverstärkers der Endstufe der Ansteuerung zugeführt wird.
2. Schaltung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen zusätzlichen Addierer (3) zum Addieren einer Spannung (U_{Block}) zu der aus der Dreiecksspannung abgetasteten und gehaltenen Haltespannung (U_I), wobei in dem Differenzverstärker (4) die Differenzspannung zwischen der Dreiecksspannung und der Summe aus Haltespannung (U_I) und Blockspannung (U_{Block}) verstärkt wird.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Stellgrenze (U_{Stell}) des Differenzverstärkers (4) auf einen Wert eingestellt werden kann, der niedriger ist als der maximale verstärkte Wert der Differenzspannung.
4. Schaltung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der addierten Blockspannung zwischen Null und dem maximalen Wert der Dreiecksspannung liegt.
5. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung des Differenzverstärkers (4) einstellbar ist.
6. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Dreieckssoszillator (1) einen Kondensator, eine erste Stromquelle zur Aufladung des Kondensators und eine zweite Stromquelle zur Entladung des Kondensators aufweist.
7. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Stromquelle Konstantstromquellen sind.
8. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ströme der Konstantstromquellen proportional zu der Drehzahl des Rotors sind.
9. Verfahren zum Ansteuern eines bürstenlosen Gleichstrommotors mit einer periodischen Spannung, deren zeitlicher Verlauf durch Spannungsböcke bestimmter Länge gebildet ist, die steigende und abfallende Flanken haben, dadurch gekennzeichnet, daß die Steilheit der Flanken durch Variieren der Verstärkung eines Differenzverstärkers (4) und/oder die Länge der Böcke durch Addieren einer Blockspannung durch einen Addierer (3) eingestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Stellgrenze (U_{Stell}) des Differenzverstärkers (4) auf einen Wert eingestellt wird, der niedriger ist als der maximale verstärkte Wert der an den Differenzverstärker (4) angelegten, zu verstärkenden Differenzspannung.

- Leerseite -

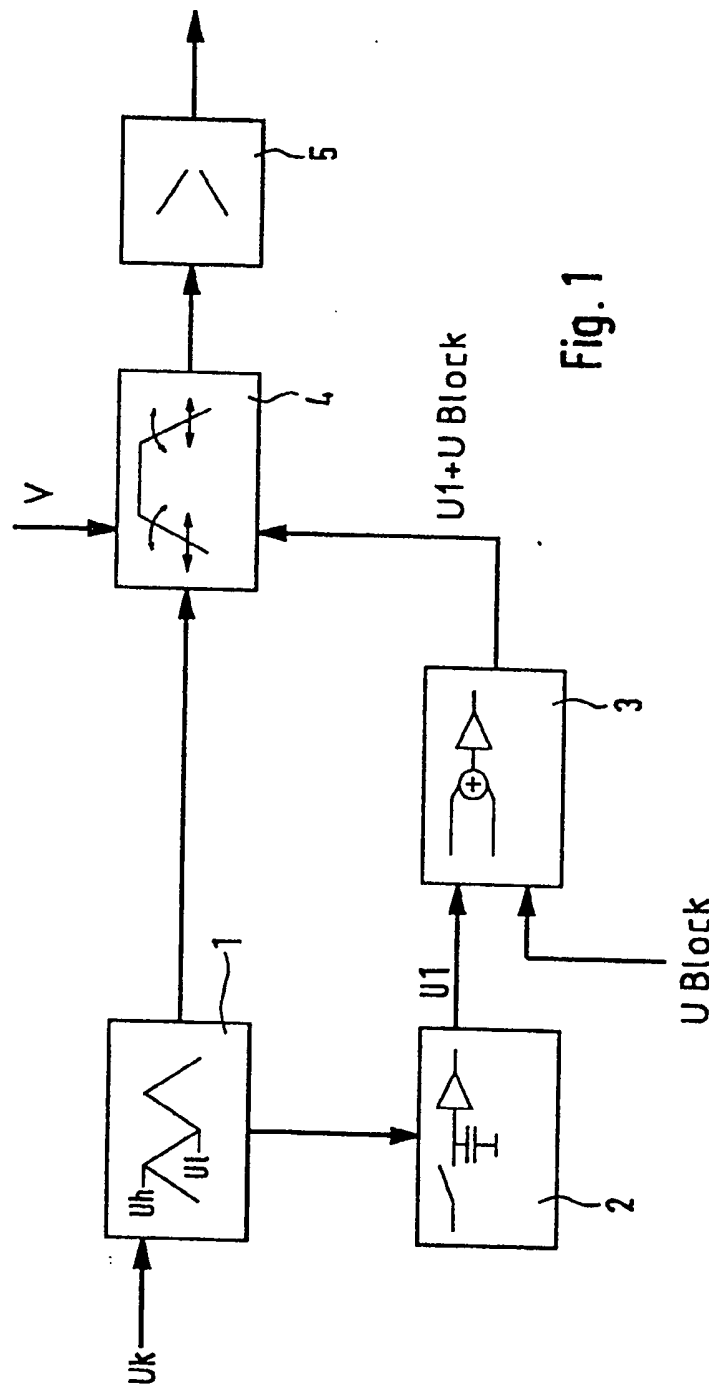


Fig. 1

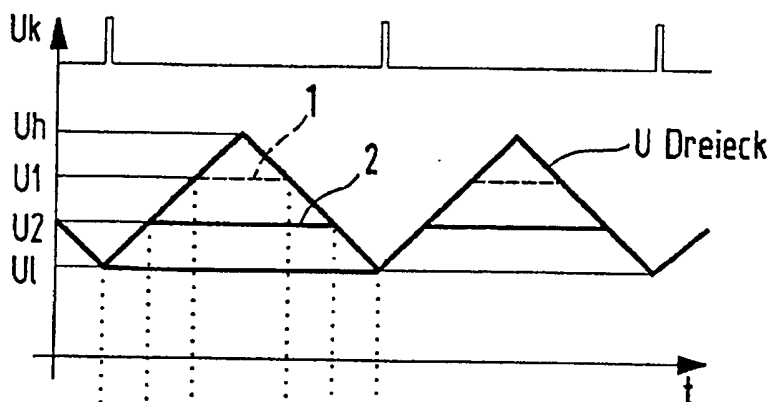


Fig. 2a

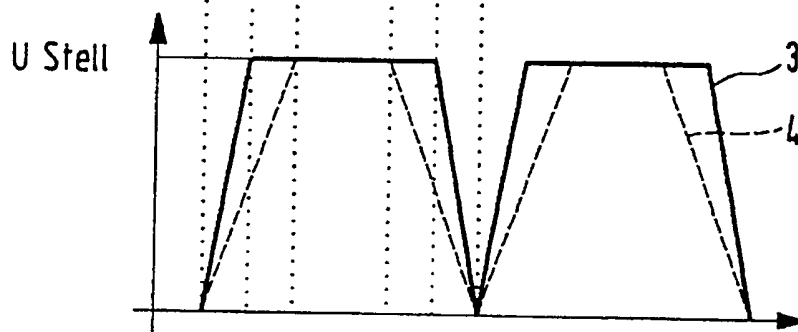


Fig. 2b

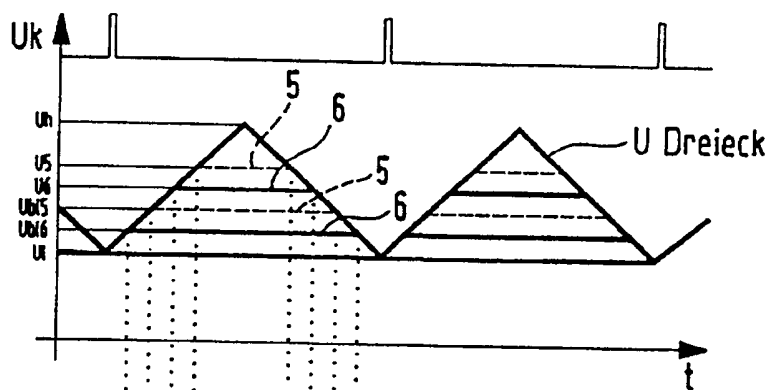


Fig. 3a

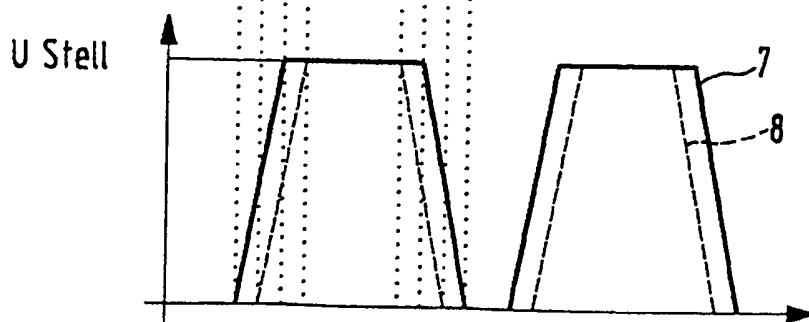


Fig. 3b